

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

RACIONALIZACE SKLADOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ A MANIPULACE S MATERIÁLEM V 1. BRNĚNSKÉ STROJÍRNĚ

RATIONALISATION OF STORES AND MANIPULATION OF MATERIAL IN 1. BRNĚNSKÁ
STROJÍRNA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MAREK SVOBODA

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

prof. Ing. BOHUMIL HLAVENKA, CSc.

BRNO 2008

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se ve své první části zabývá rozbořem technologické dokumentace, manipulací s materiálem, stroji a manipulačním zařízením. Cílem těchto rozborů je vytipování nedostatků současného stavu. V druhé části se práce zaměřuje na návrh variant řešení při odstraňování zjištěných nedostatků a propracování doporučované varianty.

Klíčová slova

Racionalizace, manipulace s materiálem, skladování

ABSTRACT

This disertation work consists of two main parts. The first part deals with analysing technological documentation, materials handling, machinery and manipulating machinery. The aim of these analysis is to point out possible problems of current state. The second part of the work focuses on suggestions of different slolutions for removing defects found and working through a recomended alternative.

Key words

Rationalisation, manipulation of material, storing

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

SVOBODA, M. *Racionalizace skladového hospodářství a manipulace s materiálem v 1. Brněnské strojárně*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 42 s., 2 přílohy. Vedoucí práce prof. Ing. Bohumil Hlavenka, CSc.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Racionalizace skladového hospodářství a manipulace s materiálem v 1. Brněnské strojírně vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

17.5.2008

.....
Marek Svoboda

Poděkování

Děkuji tímto prof. Ing. Bohumilu Hlavenkovi, CSc. a vedoucímu zásobování PBS, p. Tomáši Gajdíkovi za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

OBSAH

Abstrakt	3
Prohlášení.....	4
Poděkování.....	5
Obsah	6
Úvod	7
1 FORMULACE PROBLÉMU	8
2 ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU	9
2.1 Sklad hutního materiálu	9
2.2 Skladování materiálu, skladovací zařízení	9
2.3 Dělicí zařízení, jejich umístění a materiálový tok v budově	11
2.4 Manipulační prostředky	14
2.4.1 Objektové manipulační prostředky	14
2.4.2 Meziobjektové manipulační prostředky	14
2.4.3 Upínací prostředky	15
3 KAPACITNÍ PROPOČTY	16
3.1 Skladované množství materiálu	16
3.2 Počet ohradových palet pro tyče \varnothing 95 mm	19
3.3 Potřebný počet jeřábů	21
3.4 Potřebný počet vysokozdvižných vozíků	24
4 NÁVRH VARIANT ŘEŠENÍ	27
4.1 Manipulace s tyčovým materiálem	27
4.2 Manipulace s plechy	27
4.2.1 Manipulace s tabulemi plechu	27
4.2.2 Manipulace s výpalky	28
4.3 Skladování nařezaných tyčí \varnothing 95 mm	29
4.4 Modernizace, vhodnější umístění techniky ve skladu	30
5 PROPRACOVÁNÍ DOPORUČENÉ VARIANTY	31
5.1 Uspořádání stojů a zařízení v budově skladu	31
5.2 Generální oprava mostového jeřábu	33
5.3 Použití nového jeřábu	34
5.4 Vhodnější umístění pálcího stroje, modernizovaný jeřáb	34
5.5 Volba a hodnocení varianty řešení	35
6 HODNOCENÍ – ZÁVĚR	37
Seznam použitých zdrojů	39
Seznam použitých zkratk a symbolů	40
Seznam příloh	42

ÚVOD

„Rok 1950 byl začátkem První brněnské strojírny ve Velké Bíteši, jejíž historické kořeny sahají až do roku 1814. V roce 1991 byla založena akciová společnost První brněnská strojírna Velká Bíteš, a.s., která patří k českým firmám úspěšně se prosazujícím i na nejnáročnějších světových trzích, a to díky výsledkům úkolů technického rozvoje.

Roku 1997 byl založen společný podnik První brněnské strojírny Velká Bíteš, a.s. a MAN B & W Diesel A.G. s názvem PBS Turbo s.r.o., kam přešla výroba plnicích turbomachadel konstrukce PBS a MAN.

Dne 1.5.2006 v akciové společnosti První brněnská strojírna Velká Bíteš došlo ke změně v organizační struktuře. Kooperační část divize turbín a výroba dekantačních odstředivek byla přesunuta na divizi strojírna a náradí. Know-how parních turbín, jejich opravy a náhradní díly byly vloženy do nové společnosti PBS ENERGO, a.s., která je společným podnikem První brněnská strojírna Velká Bíteš, a.s. a ČKD Nové Energo, a.s.

Dnes je První brněnská strojírna Velká Bíteš, a.s. moderní a prosperující firmou s divizním uspořádáním, jejíž aktivity jsou zaměřeny na služby a výrobky, které mají dobrou technickou úroveň a vynikají jednoduchostí konstrukce, nenáročností na obsluhu a údržbu spojenou s vysokou spolehlivostí. Pružně reaguje na potřeby zákazníků a má spolehlivý servis. V současné době zaměstnává První brněnská strojírna Velká Bíteš, a.s. zhruba 800 zaměstnanců.“

(1)



Obr. 1 Letecký pohled na PBS (1)

1 FORMULACE PROBLÉMU

První brněnská strojírna Velká Bíteš je firmou zabývající se především výrobou proudových motorů, parních a plynových turbín, kompresorů a převodovek. Závod je rozdělen do divizí dle výrobního programu. V areálu sídlí také společnost PBS Turbo, která se zabývá výrobou a pozáručním servisem plnicích turbodmychadel pro přeplňování dvou a čtyřdobých motorů. Pro všechny divize i PBS Turbo je společný sklad hutního materiálu, jehož součástí je dělírna materiálu. Celkové množství materiálu, které projde skladem je téměř 1 900 tun za rok. Cílem projektu je provést rozbor současného stavu s vytipováním a zaměřením se na hlavní nedostatky ve skladování a manipulaci s materiálem, jež tvoří velkou část celkové doby výroby součástí. Zaměstnává velký počet pracovníků a je značně nákladná. Racionalizace má nastavit tyto hodnoty co nejpříznivěji, práci učinit méně náročnou, bezpečnější a v neposledním celou manipulaci levnější za předpokladu zachování hlavních funkcí skladu. Těmi je udržení nepřetržitého toku materiálu od jednotlivých dodavatelů až po výrobní dílny či linky. V žádném případě nesmí dojít k přerušení tohoto toku, který vede k zastavení výroby v některém z úseků. Důvodem jsou nečekané změny v délce dodávkového cyklu, případně velikosti dodávky. (1, 2)

2 ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU

2.1 Sklad hutního materiálu

Jak již bylo zmíněno součástí skladu hutního materiálu je i dělírna materiálu, což je výhodné z hlediska manipulace. Odpadne tím například přeprava zbytku materiálu po nařezání případně stříhání polotovaru, který musí putovat zpět do skladu. Také není nutno dodávaný materiál ihned uskladnit na určeném místě. Je možno část objemu dodávky po přijetí a vstupní kontrole přepravit ke stroji, kde je nadělen na požadované rozměry. (2)

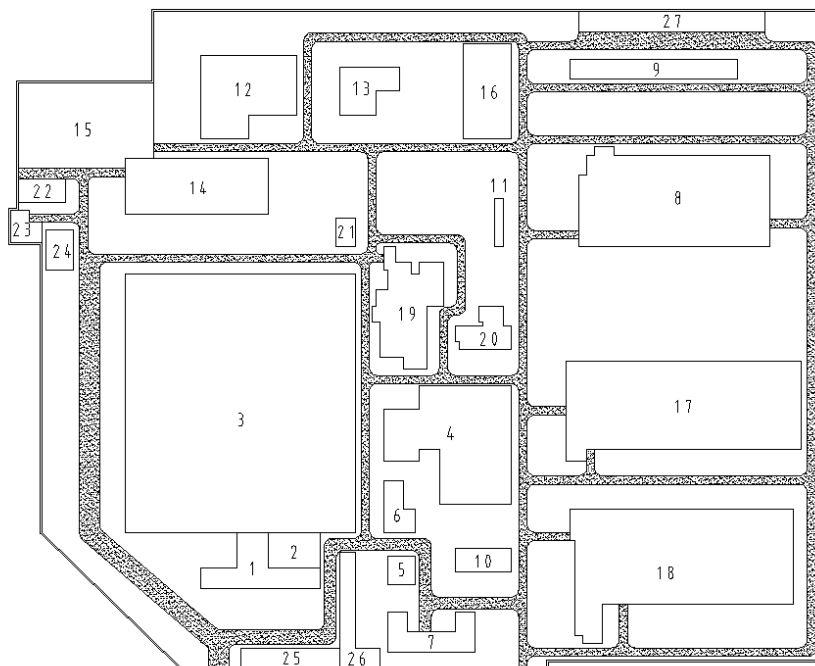
Budova skladu s dělírnu materiálu je řešena jako jednopodlažní, uzavřená hala s přilehlými administrativními objekty. Z obrázku č. 2.1 vyplývá nevhodné umístění v areálu podniku jak z důvodu dlouhé trasy pro příjezd zásobovacích automobilů, tak pro další meziobjektovou manipulaci v areálu společnosti. Vhodnější je umístění skladu blíže vjezdu do areálu a jednotlivým výrobním halám. Ovšem umístění skladu na okraji areálu společnosti je výhodou pro případné zvětšování kapacity skladu. Možným řešením je stavba nové haly nebo rozšiřování venkovního skladovacího prostoru. Šířka lodi skladu je 18 metrů, ve které jsou hlavní vstupní vrata o výšce 3,4 metrů a šířce 3,5 metrů. Délka je 72 metrů, rozteč sloupů je 6 metrů. Skladem vede centrální dopravní cesta. Vzhledem k velikosti budovy a rozmístění dělících strojů po hale je pouze jeden vjezd nedostačující. Umístění skladu blíže výrobním halám sníží náklady a čas spojený s meziobjektovou manipulací. Zvětšení vrat umožní vjezd nákladních automobilů do budovy skladu, to také povede ke zkrácení manipulační doby. V případě vybudování nových vrat na druhém konci skladu, se výrazně zkrátí dopravní vzdálenost k pálicímu stroji.

2.2 Skladování materiálu, skladovací zařízení

V budově skladu jsou skladovány plechy do velikosti 1000 x 2000 mm a tyče různých profilů do velikosti 60 mm. Hlavním skladovacím zařízením jsou stromečkové regály, postavené vedle sebe. Skladbou regálů tímto způsobem se ztrácí výhoda těchto regálů, kterou je možnost zakládání a vykládání materiálu vysokozdvížným vozíkem nebo pomocí jeřábu. Nyní do nich musí pracovníci

skladu zakládat tyčový materiál ručně. Pro větší průměry tyčí jsou v budově skladu opět stromečkové regály, ovšem umístěné tak, že s materiálem je možno manipulovat technikou. Počet všech regálů ve skladě je plně dostačující vzhledem k objemu materiálu, který je skladován. Plechy tloušťky 0,8 až 4 mm jsou umístěny volně na ploše k tomu určené v blízkosti tabulových nůžek. Nerezové plechy a plechy tloušťky do 0,8 mm jsou umístěny v místnosti přilehlé administrativní budovy (viz příloha č.1).

Sousední venkovní sklad slouží k uskladnění rozměrných tabulí plechů, tyčí a trubek větších průměrů. Dále jsou venku skladovány použitelné objemnější zbytky a také nadbytečné staré zásoby, které již nemohou být použity pro výrobu. Ty jsou postupně likvidovány. Část venkovní plochy také slouží pro skládání a značení materiálu, který je dopravován nákladními auty. Rozměry venkovního skladu jsou velké, vhodnějším uspořádáním tyčí a tabulí plechu je možno ušetřit značnou část této plochy.



Obr. 2.1 Umístění budov v areálu

1. správní budova; 2. kuchyně; 3. PBS Turbo; 4. zkušebna turbodmychadel;
5. zkušebna DLT (divize letecké techniky; 6. rentgen; 7. závodní doprava;
8. budova divize metalurgie; 9. budova divize vedení a služeb; 10. vstupní trafostanice;
11. údržba elektrotechniky; 12. hala povrchových úprav; 13. neutralizační stanice;
14. sklad hutního materiálu; 15. venkovní sklad hutního materiálu; 16. budova DSN (divize strojů a nářadí); 17. budova PBS Energo; 18. budova DLT; 19. kotelna;
20. budova údržby; 21. žíhací pec; 22. sklad hořavin; 23. venkovní sklad hořavin;
24. sklad hutního odpadu; 25. vrátnice, garáže; 26. učňovské středisko;
27. sklad ostatních odpadů

2.3 Dělicí zařízení, jejich umístění a materiálový tok v budově

Pro vyjádření toku materiálu v budově skladu a dělírny jsou jednotlivé druhy materiálu rozděleny dle stroje, který je řeže či dělí jiným způsobem. Nůžky NTC 2000/4 jsou určeny pro stříhání plechu do síly 4 mm. Plechy tloušťky 4 až 10 mm jsou stříhány na nůžkách NTA 3150/10A. Oboje tyto nůžky vyhovují jak svým technickým stavem, tak i parametry pro stříhaný sortiment. Silnější plechy jsou řezány na pálicím stroji MASSER MultiTherm 3600. Tyče průměru 30 až 100 mm a větší objemové dávky jsou řezány na automatické kotoučové pile KASTO variospeed C15. Tento stroj, jakož i pálicí není starší jednoho roku. Jedná se o vysoce výkonné a spolehlivé stroje, které svými technickými parametry a výkonem převyšují stávající požadavky. Na pásové pile PP 300 A se řezou tyče různých profilů do rozměru 50 mm. Ostatní materiál je řezán na dvou pásových pilách PP 361 A. Technický stav a parametry těchto pásových pil jsou také dostačující. Přepравované množství materiálu dělených na strojích za rok je znázorněno v tabulce č. 2.1.

Tab. 2.1 Množství materiálu přepravovaných ke strojům za rok

Stroj	NTC 2000/4	NTA 3150/10A	Masser 3600	Kasto	PP 300 A	PP 361 A
kg za rok	8740	7391	646656	1146816	21040	52602

Ke grafickému znázornění materiálového toku po skladě a dělírně materiálu slouží Sankeyův diagram, který představuje jednoduchou, ovšem přehlednou situaci k dalšímu rozboru (viz příloha č. 1). Diagram udává trasu materiálového toku dopravními cestami. Velikost toku udává šířka proudu, která je zakreslena v příslušném měřítku. Sankeyův diagramu ukazuje vzhledem k objemu přepravovaného množství materiálu a manipulační vzdálenosti vhodně umístěný stroj KASTO. Naopak nevhodná poloha je pálicího stroje, kdy druhý největší objem materiálu je přepravován na nejdelší vzdálenost. Umístění rámových pil a nůžek na plech je ve vztahu k přepravovanému množství dobré.

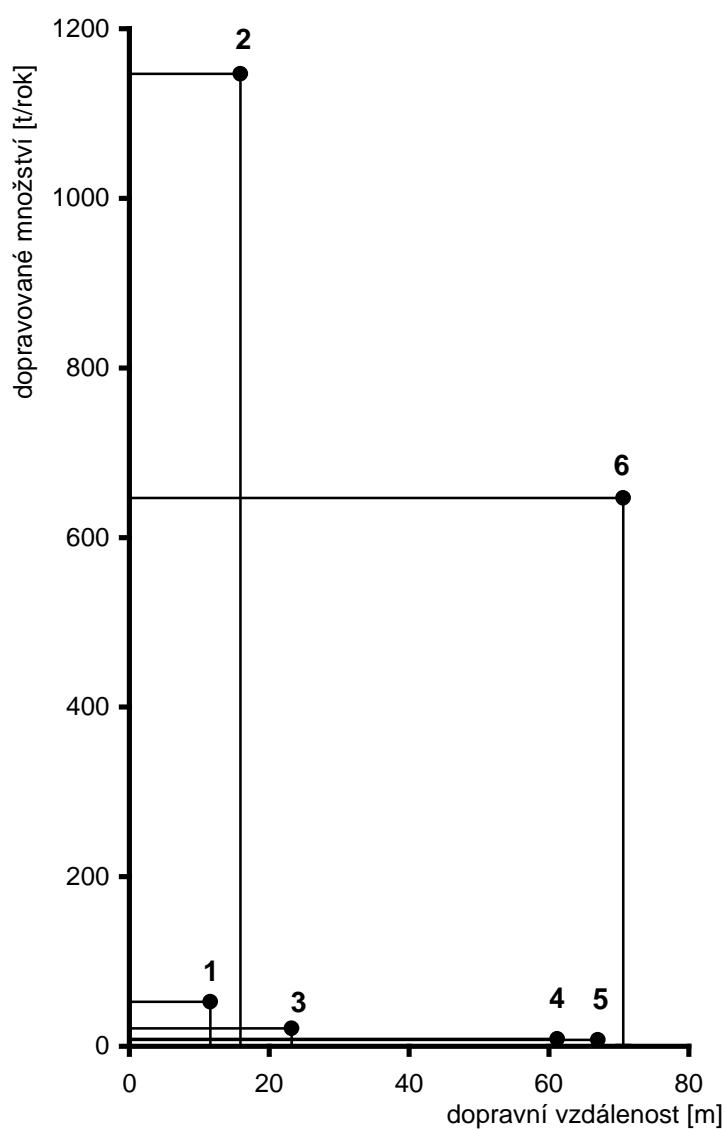
(3)

Dalším způsobem, jak posoudit situaci, či navrhnout lepší uspořádání strojů z hlediska manipulace a přepravovaného množství je diagram intenzity přepravovaného materiálu - graf č. 2.1. Ke zhotovení diagramu slouží

tab. 2.2, která uvádí dopravní vzdálenosti a přepravované množství materiálu k jednotlivým strojům. (3)

Tab. 2.2 Množství přepravovaného materiálu za rok a vzdálenost ke strojům (3)

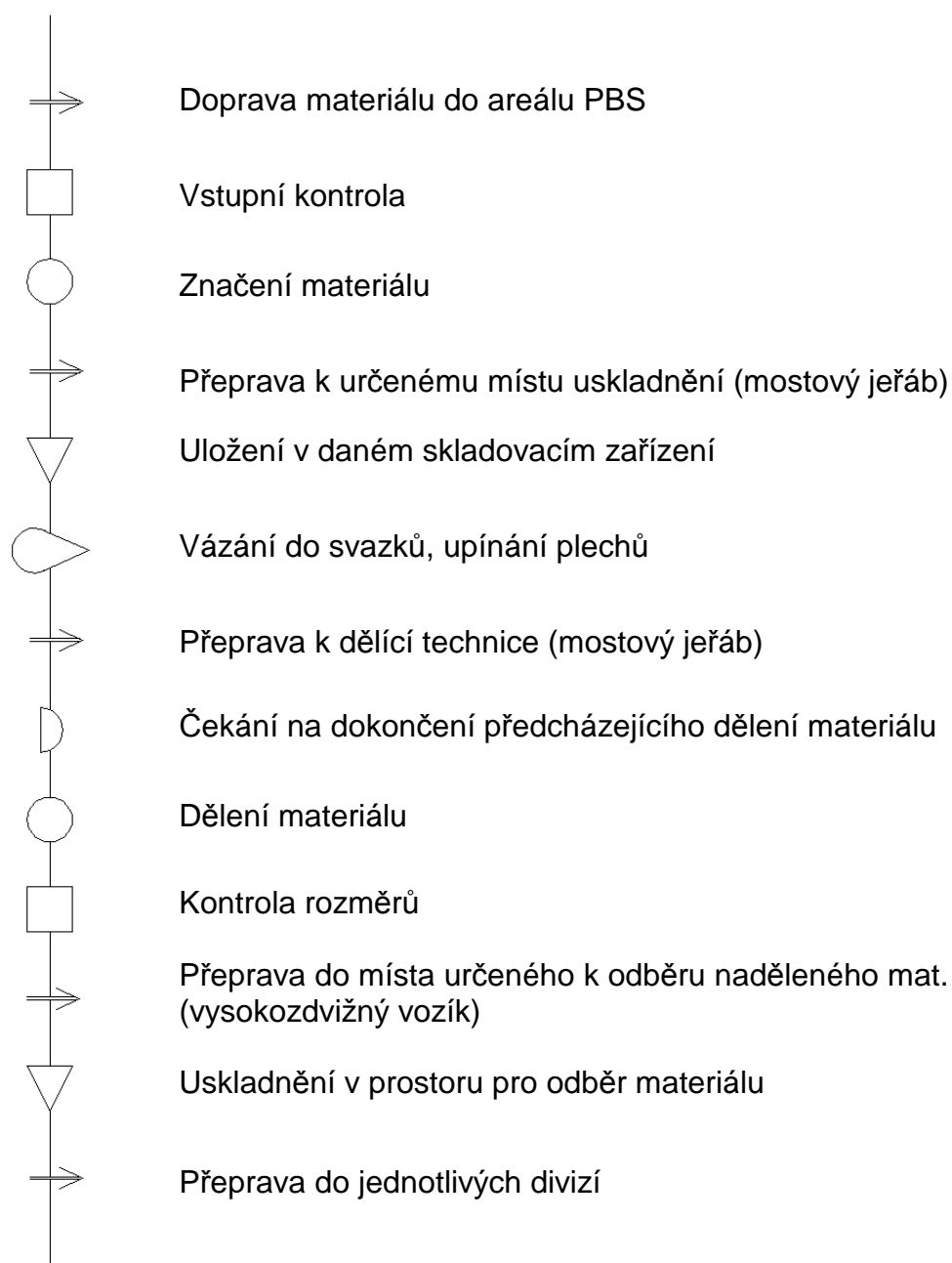
Č. bodu v grafu	Stroj	Vzdálenost [m]	Přepravované množství [t/rok]
1.	PP 361 A	11,6	52,602
2.	KASTO	15,9	1 146,816
3.	PP 300 A	23,2	21,040
4.	NTC 2000/4	61,2	8,740
5.	NTA 3150/10A	67	7,391
6.	MASSER	70,6	646,565



Graf 2.1 Diagram vzdáleností a intenzity toku materiálu (3)

Také z tohoto diagramu intenzity materiálového toku plyne, že celková doba, náklady i práce spojená s manipulací ve skladu materiálu a dělírně je značně závislá na pracovištích kotoučové automatické pily KASTO a pálícího stroje MASSER.

Další z možností k provedení rozboru je postupový graf materiálu. V tomto grafu je zaznamenána veškerá manipulace s materiálem a operace které se s ním provádí. (3)



Graf 2.2 Postupový graf (3)

2.4 Manipulační prostředky

2.4.1 Objektové manipulační prostředky

Značná část manipulační techniky ve skladu je původní – budova je postavena v roce 1975. Zejména mostový jeřáb již nevyhovuje nynějšímu kapacitnímu toku jak svoji nosností, tak i technickým stavem. Nosnost jeřábu je pět tun, což pro manipulaci s tyčemi a plechy je dostačující. Veškerý materiál, který je dopravován na pálicí stroj a kotoučovou pilu Kasto obstarává mostový jeřáb. Manipulaci s materiálem u pracoviště tabulových nůžek zajišťuje obsluha, jedná-li se o plechy malé tloušťky. Poněvadž objem stříhaného materiálu není velký, plechy větší síly jsou přepravovány na nůžky pomocí mostového jeřábu.

Vysokozdvíhací vozík DESTA – DV 25 A o nosnosti 2,5 tuny díky svým menším rozměrům zajišťuje ostatní manipulaci s materiálem v budově skladu. Zajišťuje přepravu nařezaného materiálu od strojů, nakládání beden na dopravní techniku. Dále odvoz ohradových palet určených k ukládání odstřížků, již nepoužitelných zbytků tyčí a plechů, které jsou po naplnění vyváženy do skladu hutního odpadu. Tento vysokozdvíhací vozík zcela vyhovuje potřebám objektové manipulace s materiálem.

2.4.2 Meziobjektové manipulační prostředky

Meziobjektovou dopravu mezi pracovišti a skladem hutního materiálu si zajišťuje každá z divizí sama. Nejpoužívanější dopravní prostředky jsou vysokozdvíhací a elektrické vozíky. Pro potřeby skladu a dělířny materiálu jsou pro meziobjektovou manipulaci používány elektrický vozík s pevnou plošinou – EPV 2002 V a vysokozdvíhací vozík DESTA – KLX 231. Elektrický vozík o nosnosti tři tuny zajišťuje nezbytnou přepravu beden po areálu závodu, či větších předmětů. Jeho výhodou je možnost připojení přívěsného vozíku. Takto zapojenou soupravou lze přepravovat větší množství nákladu nebo delší předměty. Nevýhodou je nízká doba intervalu dobíjení akumulátorové baterie. DESTA – KLX 231 o nosnosti 3,5 tuny skládá materiál od dodavatelů, jež je skladován ve venkovním skladě. Dále zajišťuje přepravu z venkovního skladu do prostoru, kde již lze materiálem manipulovat pomocí mostového jeřábu.

Jedná se zejména o tyče průměru 95 mm, které jsou řezány na kotoučové pile a o tabule plechů větší než 1000 x 2000 mm, jež jsou také skladovány venku.

Technický stav zmíněných dopravních prostředků je dobrý. Vzhledem k využívání jednotlivých prostředků k daným manipulačním operacím není zapotřebí počet vozíků měnit. (3)

2.4.3 Upínací prostředky

Při manipulaci s tyčemi je k upevnění svazků tyčí k háku jeřábu používáno vázacích lan. Tabule plechů jsou upínány pomocí „C“ háků. Magnetové upínací techniky se využívá u sloupového jeřábu, jehož nosnost je 250 kg. Slouží k manipulaci s většími a těžkými výpalky u pálicího stroje.

Používání vázacích lan i „C“ háků lze nahradit vhodnějšími prostředky, které ušetří čas spojený s vázáním a také učiní práci méně náročnou. Mezi tyto prostředky patří například použití „C“ závěsů pro manipulaci s tyčemi a permanentních magnetů pro manipulaci s tabulemi plechu. Viz kapitola č. 4.

3 KAPACITNÍ PROPOČTY

Kapacitní propočty vycházejí z tříletého plánu navýšení zisku o 10 %. Za předpokladu zachování stávajícího sortimentu výroby, jsou veškeré vstupní hodnoty - množství přijatého materiálu za rok 2007 navýšeny o tuto hodnotu.

3.1 Skladované množství materiálu

Vzhledem k vysokému počtu druhových položek a rozdílným hmotnostem dodávaného materiálu je použito pro kapacitní propočty rozdělení materiálu podle metody ABC. Tato metoda spočívá v rozdělení veškerého materiálu do 3 skupin (A, B, C) podle druhové položky materiálu a procenta z celkového objemového dodávaného materiálu. Skupině A odpovídá asi 15 % druhů materiálu, který činí 70 % celkového objemu materiálu. Ve skupině B je zhruba 30 % druhů materiálu, odpovídající dvaceti procentům celkového objemu. Skupinu C tvoří zbytek druhů materiálu, který představuje minimální část celkového objemu materiálu. Podle této metody se následující kapacitní propočty věnují druhovým položkám uvedených v tabulce č. 3.1. Pro výpočet skladovaného množství jednotlivých druhů materiálů je použit vzorec 3.1. Hodnota dodávkového cyklu c je volena podle časového rozmezí mezi jednotlivými dodávkami materiálu. Velikost pojistné zásoby p je stanovena jako třetina z délky dodávkového cyklu. Celkový počet dodavatelů hutního materiálu se pohybuje kolem padesáti. (3)

Velikost skladového množství jednotlivých druhů materiálu: (4)

$$Q_{skl} = q \cdot p + \frac{c \cdot p}{2} \quad (3.1)$$

kde q je denní spotřeba materiálu vypočtená ze vztahu č 3.2: (4)

$$q = \frac{Q_{celk}}{251} \quad (3.2)$$

Q_{celk} je celková spotřeba materiálu v tunách za rok. Ve vzorci 3.2 je počet pracovních dnů roku 2007.

Z celkového skladovaného množství pro jednotlivé druhové položky lze vypočítat potřebnou plochu pro uskladnění materiálu a také určit počet a druh skladovacích zařízení. O vhodnosti použití skladovací techniky rozhoduje

především velikost, tvar a hmotnost skladovaného materiálu. Podle těchto kritérií lze materiál skladovat v regálech daných rozměrů, zakladačích, policích či nechat volně ležet na místech k tomu určených.

Tab. 3.1 Položky vybrané dle metody ABC, délky dodávkového cyklu a pojistné zásoby

Pol. č.	Materiál	Rozměr [mm]	Spotřeba mat. za rok Q_{celk} [tuny]	Délka dod. cyklu c [dny]	Délka poj. zásoby p [dny]
1.	12 040	Ø 95; l = 6000	1 143,843	8	3
2.	11 375	PL 30x2000x3000	539,726	9	3
3.	11 375	PL 25x2000x3000	58,586	10	3
4.	14 209	Ø 34; l = 6000	52,765	11	3
5.	11 523	Ø 30; l = 6000	19,267	5	2
6.	14 220	Ø 40; l = 6000	18,910	6	2

Pro určení vhodné volby skladovacího zařízení je dále nutné vypočítat množství jednotlivých tyčí a tabulí plechu z následujících vzorců:

Hmotnost jedné tyče, tabule plechu:

$$Q = V \cdot \rho \quad (3.3)$$

V je objem daného materiálu, hustota ρ je pro všechny položky 7 870 kg.m⁻³.

Počet uskladněných tyčí, tabulí plechů:

$$n = \frac{Q_{\text{skl}}}{Q} \quad (3.4)$$

Kapacitní propočet pro položku č. 1:

Do vzorců 3.1; 3.2; 3.3 a 3.4 jsou dosazeny hodnoty z tabulky 3.1.

Tab. 3.2 Kapacitní propočet položky č. 1

Denní spotřeba mat. q_1 [tuny]	Skladové množství Q_{skl_1} [tuny]	Hmotnost jedné tyče Q_1 [kg]	Počet skladovaných tyčí n_1 [-]
4,557	25,671	331,73	78

Volba a výpočet vhodného způsobu pro skladování:

Materiál je skladován volně na zemi ve venkovním skladu. Jednotlivé patra jsou od sebe oddělena pomocí podložek. Použití podložek umožňuje snadnější napíchnutí tyčí pomocí vidlí vysokozdvížného vozíku. Ten přepraví dané množství (8 tyčí) k prostoru vrat, kde je dále tyčemi manipulováno pomocí jeřábu.

Kapacitní propočet pro položku č. 2:

Do vzorců 3.1; 3.2; 3.3 a 3.4 jsou dosazeny hodnoty z tabulky 3.1.

Tab. 3.3 Kapacitní propočet položky č. 2

Denní spotřeba mat. q_2 [tuny]	Skladové množství Q_{skl_2} [tuny]	Hmotnost jedné tabule Q_2 [kg]	Počet skladovaných tabulí n_2 [-]
2,15	19,950	1 404	15

Volba a výpočet vhodného způsobu pro skladování:

Tabule plechu jsou skladovány v prostoru venkovního skladu, jednotlivé tabule jsou proloženy podložkami dostatečné výšky. Minimální výšky musí být větší než 50mm, aby bylo možno tabulemi manipulovat pomocí vysokozdvížného vozíku – napíchnout je vidlemi. Maximální celková výška stohu je 1,2 metru. Viz výpočet níže.

$$h_2 = n_2 \cdot (tl + 50) = 15 \cdot (30 + 50) = 1200 \text{ mm} = 1,2 \text{ m}$$

Kapacitní propočet pro položku č. 3:

Do vzorců 3.1; 3.2; 3.3 a 3.4 jsou dosazeny hodnoty z tabulky 3.1.

Tab. 3.4 Kapacitní propočet položky č. 3

Denní spotřeba mat. q_3 [tuny]	Skladové množství Q_{skl_3} [tuny]	Hmotnost jedné tabule Q_3 [kg]	Počet skladovaných tabulí n_3 [-]
0,233	15,699	1 170	14

Volba a výpočet vhodného způsobu pro skladování:

Tabule plechu jsou skladovány v prostoru venkovního skladu za podmínek uvedených u položky č. 2. Maximální výška stohu je 1,05 metru. Viz výpočet níže.

$$h_3 = n_3 \cdot (tl + 50) = 14 \cdot (25 + 50) = 1050 \text{ mm} = 1,05 \text{ m}$$

Kapacitní propočet pro položku č. 4:

Do vzorců 3.1; 3.2; 3.3 a 3.4 jsou dosazeny hodnoty z tabulky 3.1.

Tab. 3.5 Kapacitní propočet položky č. 4

Denní spotřeba mat. q_4 [tuny]	Skladové množství Q_{skl_4} [tuny]	Hmotnost jedné tyče Q_4 [kg]	Počet skladovaných tyčí n_4 [-]
0,210	17,13	42,49	404

Volba a výpočet vhodného způsobu pro skladování:

Tyče jsou skladovány ve stromečkových regálech v prostorách skladu.

Kapacitní propočet pro položku č. 5:

Do vzorců 3.1; 3.2; 3.3 a 3.4 jsou dosazeny hodnoty z tabulky 3.1.

Tab. 3.6 Kapacitní propočet položky č. 5

Denní spotřeba mat. q_4 [tuny]	Skladové množství Q_{skl_4} [tuny]	Hmotnost jedné tyče Q_4 [kg]	Počet skladovaných tyčí n_4 [-]
0,077	5,154	33,08	156

Volba a výpočet vhodného způsobu pro skladování:

Tyče jsou skladovány ve stromečkových regálech v prostorách skladu.

Kapacitní propočet pro položku č. 6:

Do vzorců 3.1; 3.2; 3.3 a 3.4 jsou dosazeny hodnoty z tabulky 3.1.

Tab. 3.7 Kapacitní propočet položky č. 6

Denní spotřeba mat. q_4 [tuny]	Skladové množství Q_{skl_4} [tuny]	Hmotnost jedné tyče Q_4 [kg]	Počet skladovaných tyčí n_4 [-]
0,075	6,15	58,81	105

Volba a výpočet vhodného způsobu pro skladování:

Tyče jsou skladovány ve stromečkových regálech v prostorách skladu.

3.2 Počet ohradových palet pro tyče $\varnothing 95$ mm

Jelikož množství objemu této položky je téměř 55 % veškerého dodávaného materiálu v oběhu skladu a dělírny, je proveden propočet potřebných ohradových palet. V paletách je nadělený materiál dále přepravován do výroby. Materiál tohoto profilu je řezán na tyče čtyř rozměrů. V tabulce č. 3.8 je uvedeno, jak jsou jednotlivé délky rozděleny dle množství v procentech. Pro výpočty hodnot jsou použity následující vzorce:

Hmotnost všech tyčí dané délky:

$$Q_l = \frac{\xi \cdot Q_{skl1}}{100} \quad (3.5)$$

Hmotnost jedné tyče dané délky:

$$m_l = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot l \cdot \rho \quad (3.6)$$

Počet tyčí dané délky:

$$n_l = \frac{Q_l}{m_l} \quad (3.7)$$

Tab. 3.8 Rozdělení a množství výroby

Délka l [mm]	Objem výroby ξ [%]	Hmotnost všech tyčí Q_l [tuny]	Hmotnost jedné tyče m_l [kg]	Počet tyčí n_l
734	40	10,268	40,58	254
795	25	6,418	43,95	146
854	25	6,418	47,22	136
915	10	2,567	50,58	51

Nařezané tyče všech rozměrů jsou ukládány do ohradových palet jednoho typu. Technické parametry jsou uvedeny v tabulce č. 3.9. Podle rozměrů a hmotnosti skladovaných tyčí v paletách je následujícím výpočtem určen potřebný počet. Výpočet je proveden pomocí hmotností jednotlivých součástí a nosnosti beden. Jak je vidět z výpočtu podle zaujatého objemu v paletě u tyče délky 734 mm, tento počet tyčí neodpovídá nosnosti bedny. Proto není u dalších položek prováděn.

Tab. 3.9 Technické parametry ohradové palety

Rozměr	Vnější	Vnitřní
Délka l_N [mm]	1 240	1 140
Šířka b_N [mm]	835	760
Výška h_N [mm]	1 000	760
Nosnost Q_n [kg]	1 500	

Počet potřebných palet pro tyč délky 734 mm.

➤ Výpočet podle objemů:

$$\text{kusy na výšku } n_{vP1} = \frac{h_N}{d} = \frac{760}{95} = 8 \text{ ks}$$

$$\text{kusy na šířku } n_{šP1} = \frac{b_N}{d} = \frac{760}{95} = 8 \text{ ks}$$

$$\text{celkový počet kusů v paletě } n_{cP1} = n_{šP1} \cdot n_{vP1} = 8 \cdot 8 = 64 \text{ ks}$$

$$\text{hmotnost kusů v paletě } m_{cP1} = n_{cP1} \cdot m_l = 64 \cdot 40,58 = 2597,12 \text{ kg}$$

Jelikož nosnost jedné palety je 1 500 kg, výpočet tímto způsobem nelze použít.

➤ Výpočet podle hmotnosti tyčí a nosnosti palety:

Vztah pro počet kusů tyčí v paletě:

$$n_{lPl} = \frac{Q_n}{m_l} \quad (3.8)$$

Počet palet ve skladu:

$$n_{Pl} = \frac{n_l}{n_{1Pl}} \quad (3.9)$$

Tab. 3.10 Počet palet ve skladu

Délka l [mm]	Hmotnost jedné tyče m_l [kg]	Počet tyčí n_l	počet tyčí v 1 paletě n_{1Pl}	Počet palet ve skladu n
734	40,58	254	36	8
795	43,95	146	34	5
854	47,22	136	31	5
915	50,58	51	29	2

Potřebný počet palet ve skladu je roven součtu jednotlivých palet pro dané délky.

$$n_{cP} = n_{cP734} + n_{cP795} + n_{cP854} + n_{cP915} = 8 + 5 + 5 + 2 = 20$$

Pro celkový počet všech palet ve skladu je navýšen potřebný počet o 2 palety. To z důvodu možného rozbití, případně jiné nečekané události – do rezervy.

$$n_{CPP} = n_{cP} + 2 = 20 + 2 = 22 \text{ ohrad. palet}$$

3.3 Potřebný počet jeřábů

Pro případ, kdy je materiál skladován ve venkovním skladu je výpočet proveden pro manipulaci s materiálem od vstupních vrat ke stroji kde bude řezán. Délky dráhy u materiálů skladovaných v budově skladu jsou brány od místa pro kontrolu po přijetí materiálu k místu, kde jsou skladovány. Poté je připočtena délka od regálu ke stroji, který bude materiál dále zpracovat. K veškerým dráhám je připočtena trasa od místa startu jeřábu. Rychlost pojezdu jeřábu je $71 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$. Doba vázání a odvazování pomocí lan je pro manipulaci s tyčemi 11 minut. Pro manipulaci s plechy je tato doba 5 minut. Hodnota počtu ročních směn je 251, počet dopravovaných jednotek najednou je 1 - manipuluje se svazkem tyčí nebo jednotlivými plechy. Efektivní doba v minutách je 480 min.

Výpočet potřebného počtu jeřábu ve skladu pro položky z tabulky 3.1 dle vzorec: (5)

$$n_j = \frac{M \cdot (K + 1) \cdot \left(\frac{2 \cdot L}{v_j} + t_z \right)}{m_r \cdot p_j \cdot t_c} \quad (3.10)$$

Výpočet podle vzorce 3.10 pro položku č. 1 z tabulky 3.1

Počet manipulačních jednotek za rok stanovíme vzhledem k maximálnímu počtu 8 tyčí na válečkovém dopravníku kotoučové pile KASTO.

$$M_1 = \frac{Q_{celk_1}}{8 \cdot Q_1} = \frac{1143,843}{8 \cdot 0,33173} = 431,02 \Rightarrow 432 \text{ man. jednotek za rok}$$

Tab. 3.11 Potřebný počet jeřábů k manipulaci s materiálem č. 1

Celková dráha L[m]	Počet manipulačních jednotek za rok M [-]	Potřebný počet jeřábů n_{1j} [-]
75	432	0,0940

Výpočet podle vzorce 3.10 pro položku č. 2 z tabulky 3.1

Počet manipulačních jednotek za rok stanovíme vzhledem k bezpečnosti při manipulaci jako jednu desku plechů, která budou jeřábem přepravována.

$$M_2 = \frac{Q_{celk_2}}{Q_2} = \frac{539,726}{1,404} = 384,42 \Rightarrow 385 \text{ man. jednotek za rok}$$

Tab. 3.12 Potřebný počet jeřábů k manipulaci s materiálem č. 2

Celková dráha L[m]	Počet manipulačních jednotek za rok M [-]	Potřebný počet jeřábů n_{2j} [-]
78	385	0,0460

Výpočet podle vzorce 3.10 pro položku č. 3 z tabulky 3.1

Počet manipulačních jednotek za rok stanovíme vzhledem k bezpečnosti při manipulaci jako jednu desku plechů, která budou jeřábem přepravována.

$$M_3 = \frac{Q_{celk_3}}{Q_3} = \frac{58,586}{1,12} = 52,31 \Rightarrow 53 \text{ man. jednotek za rok}$$

Tab. 3.13 Potřebný počet jeřábů k manipulaci s materiálem č. 3

Celková dráha L[m]	Počet manipulačních jednotek za rok M [-]	Potřebný počet jeřábů n_{3j} [-]
78	53	0,0063

Výpočet podle vzorce 3.10 pro položku č. 4 z tabulky 3.1

Počet manipulačních jednotek za rok: stanovíme vzhledem k maximálnímu počtu 8 tyčí na válečkovém dopravníku kotoučové pile KASTO.

$$M_4 = \frac{Q_{celk_4}}{8 \cdot Q_4} = \frac{52,765}{8 \cdot 0,0435} = 151,62 \Rightarrow 152 \text{ man. jednotek za rok}$$

Tab. 3.14 Potřebný počet jeřábů k manipulaci s materiálem č. 4

Celková dráha L[m]	Počet manipulačních jednotek za rok M [-]	Potřebný počet jeřábů n_{4j} [-]
68	152	0,0326

Výpočet podle vzorce 3.10 pro položku č. 5 z tabulky 3.1

Počet manipulačních jednotek za rok: stanovíme vzhledem k maximálnímu počtu 8 tyčí na válečkovém dopravníku kotoučové pile KASTO.

$$M_5 = \frac{Q_{celk_5}}{8 \cdot Q_5} = \frac{19,267}{8 \cdot 0,03308} = 72,86 \Rightarrow 73 \text{ man. jednotek za rok}$$

Tab. 3.15 Potřebný počet jeřábů k manipulaci s materiálem č. 5

Celková dráha L[m]	Počet manipulačních jednotek za rok M [-]	Potřebný počet jeřábů n_{5j} [-]
68	73	0,0157

Výpočet podle vzorce 3.10 pro položku č. 6 z tabulky 3.1

Počet manipulačních jednotek za rok: stanovíme vzhledem k maximálnímu počtu 8 tyčí na válečkovém dopravníku kotoučové pile KASTO.

$$M_6 = \frac{Q_{celk_6}}{8 \cdot Q_6} = \frac{18,910}{8 \cdot 0,05881} = 40,19 \Rightarrow 41 \text{ man. jednotek za rok}$$

Tab. 3.16 Potřebný počet jeřábů k manipulaci s materiálem č. 6

Celková dráha L[m]	Počet manipulačních jednotek za rok M [-]	Potřebný počet jeřábů n_{6j} [-]
68	41	0,0088

Celkový potřebný počet jeřábů k manipulaci: (5)

$$n_j = \sum_{i=1}^{i=6} n_{ji} = 0,0940 + 0,0460 + 0,0063 + 0,0326 + 0,0157 + 0,0088 = 0,2134 \Rightarrow 1 \text{ jeřáb}$$

Celkový čas práce jeřábu za rok: (5)

$$t_c = t_m + t_j = 61344 + 13920 = 75264 \text{ min. rok}^{-1}$$

Celkový manipulační čas za rok: (5)

$$t_m = \sum t_z \cdot \sum M \cdot K = (11 \cdot 4 + 5 \cdot 2) \cdot (432 + 385 + 53 + 152 + 73 + 41) \cdot 1 = 61344 \text{ min. rok}^{-1}$$

Celkový čas jízdy jeřábem za rok: (5)

$$t_j = \frac{\sum (2 \cdot L) \cdot \sum M \cdot K}{v_j} = \frac{2 \cdot (75 + 78 + 78 + 68 + 68 + 68) \cdot (432 + 385 + 53 + 152 + 73 + 41) \cdot 1}{71}$$

$$t_j = 13920 \text{ min. rok}^{-1}$$

Využití jeřábu: (5)

$$\eta_j = \frac{t_c}{t_{eR}} \cdot 100 = \frac{75264}{251 \cdot 8 \cdot 60} \cdot 100 = 62,47 \%$$

Při přepočtu s využitím celkové nosnosti jeřábu, by veškeré hodnoty byly značně menší. Ovšem vzhledem k velikostem manipulačních jednotek toto nelze použít.

Celkové množství materiálu a délka dráhy při manipulaci s jeřábem je také posouzena dle vztahu:

$$Q_{t.Km_J} = \frac{M \cdot L \cdot m_{MJ}}{1000} \quad (3.11)$$

Výsledkem je hodnota, jejichž jednotkou je tunokilometr, který udává množství materiálu přepravený manipulační technikou za rok.

Tab. 3.17 vypočtené hodnoty $Q_{t.Km}$ za rok

Pol. Čísl.	Počet man. Jednotek M [-]	Dráha L [m]	Hmotnost. Man. Jednotky [t]	$Q_{t.Km_J}$ [t.km]
1	432	75	2,653	85,780
2	385	78	1,404	42,162
3	53	78	1,120	4,630
4	152	68	0,348	3,597
5	73	68	0,265	1,365
6	41	68	0,471	1,313
Σ				138,797

3.4 Potřebný počet vysokozdvížných vozíků

Propočet vysokozdvížných vozíků (dále jen VV) je opět proveden pouze pro položky uvedené v tabulce 3.1. Jejich použití je k přepravě již nařezaných dílů do prostoru určeného k odběru materiálu a odvoz odpadu od pálicího stroje do skladu hutního odpadu. Využití tabulí plechu u pálicího stroje je 65 %, zbytek materiálu je ukládám do ohradových palet a po naplnění odvezen do skladu hutního odpadu. Hmotnost součástí q_v přepravované při jedné jízdě od pálicího stroje počítám jako hmotnost součástí na ohradové paletě prosté. Ta je používána k ukládání nařezaných dílců. Jelikož materiál je na ni volně uložen, volím zde q_v 250 kg. Pro položku číslo 1 je použito vzorec 3.13, poněvadž je

známý počet manipulačních jednotek za rok. U ostatních položek vzorec 3.12. Hmotnost součásti q_v přemísťovaných jedním vozíkem od pásové pily je počítána jako denní spotřeba materiálu. Jednotlivé přepravní délky se nyní počítají v obou směrech pojezdu. Začátek i konec délky pojezdu je místo, kde vozík parkuje. Průměrná rychlost VV v budově skladu je $85 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$. Čas potřebný pro naložení a vyložení je 2 minuty. Koeficient k zde značí ztráty kapacity VV vlivem oprav ($k = 0,95$). (4, 5)

Vzorec pro výpočet potřebného počtu VV pro položky č. 2 – 4: (4)

$$n_v = \frac{Q_{celk} \cdot i}{60 \cdot q_v \cdot E_h \cdot s_s \cdot k} \cdot \left(\frac{L}{v} + t_n + t_v \right) \quad (3.12)$$

Výpočet potřebného počtu VV pro položku č. 1 použiji vzorec:

$$n_v = \frac{M \cdot i}{60 \cdot E_h \cdot s_s \cdot k} \cdot \left(\frac{L}{v} + t_n + t_v \right) \quad (3.13)$$

Výpočet pomocí vzorce 3.18 pro položku č. 1 z tabulky 3.1

Celková dráha L[m]	Počet manipulačních jednotek za rok M [-] (palety)	Potřebný počet VV n_{v1} [-]
62	892	0,0344

Výpočet pomocí vzorce 3.19 pro položku č. 2 z tabulky 3.1

Celková dráha L[m]	Přepravované množství [kg]	Potřebný počet VV n_{v2} [-]
102	350822	0,0889

Výpočet pomocí vzorce 3.20 pro položku č. 3 z tabulky 3.1

Celková dráha L[m]	Přepravované množství [kg]	Potřebný počet VV n_{v3} [-]
102	38081	0,0096

Výpočet pomocí vzorce 3.21 pro položku č. 4 z tabulky 3.1

Celková dráha L[m]	Denní spotřeba materiálu q [kg]	Potřebný počet VV n_{v4} [-]
62	210	0,0029

Výpočet pomocí vzorce 3.22 pro položku č. 5 z tabulky 3.1

Celková dráha L[m]	Denní spotřeba materiálu q [kg]	Potřebný počet VV n_{v5} [-]
62	77	0,00097

Výpočet pomocí vzorce 3.23 pro položku č. 6 z tabulky 3.1

Celková dráha L[m]	Denní spotřeba materiálu q [kg]	Potřebný počet VV n_{v6} [-]
62	75	0,00096

Celkový potřebný počet VV k manipulaci v budově skladu: (4)

$$n_v = \sum_{i=1}^{i=6} n_{vi} = 0,0344 + 0,0889 + 0,0096 + 0,0029 + 0,00097 + 0,00096 = 0,1464$$

$$\Rightarrow 1 \text{ vozík}$$

Celkové množství materiálu a délka dráhy při manipulaci s VV v objektu skladu je také posouzena dle vztahu:

$$Q_{t.Km_VV} = \frac{Q \cdot L}{1000 \cdot 2} \quad (3.14)$$

Do vzorce je dosazeno $L/2$, jelikož materiál je přepravován jen v jednom směru jízdy. Výsledkem je hodnota, jejichž jednotkou je tunokilometr, který udává množství materiálu přepravený manipulační technikou za rok.

Tab. 3.24 vypočtené hodnoty $Q_{t.Km}$ za rok

Pol. Čísl.	Přepravované množství [t]	Dráha L [m]	$Q_{t.Km_VV}$ [t.km]
1	1 143,843	62	35,459
2	350,822	102	17,982
3	38,081	102	1,942
4	52,765	62	1,636
5	19,267	62	0,598
6	18,910	62	0,586
Σ			58,203

4 NÁVRH VARIANT ŘEŠENÍ

4.1 Manipulace s tyčovým materiálem

Při manipulaci s tyčovým materiálem je nejvýhodnější pracovat se svazky. Optimální počet tyčí ve svazku je 8 kusů, jedná li se o materiál určený k řezání na kotoučové pile Kasto. Dále tyto svazky skladovat ve hřebenových regálech se samostavitelnými příčkami. Bezpečné a spolehlivé uchopení svazků tyčí zajistí dvoučelistový manipulátor. Výhodou těchto regálů je malá plocha kterou zaujímají. Jistou nevýhodou je, nemožnost odebírat tyče ze spodních příček v případě, kdy nejsou v regálu tyče stejných rozměrů a jakosti.

Při nynějším skladování tyčí ve stromečkových regálech postavených vedle sebe je výhodné oddělit jednotlivé regály od sebe uličkou. K manipulaci se svazky tyčí použít „C“ závěs ve spojení s hákem mostového jeřábu. Šířka uličky je závislá na délce vidlí. Díky umístění závěsného bodu nad těžištěm břemene umožňuje tato varianta odběr a zakládání materiálu ve spodních patrech stromečkového regálu.

Obě navrhované varianty značně usnadní práci pracovníkům skladu. Odpadne namáhavé ruční zakládání a vykládání materiálu ze stromečkových regálů. Dále se zkrátí čas potřebný k vázání tyčí k háku pomocí lan.

Z ekonomického hlediska je výhodnější druhá varianta za použití „C“ závěsu a stávajících regálů, které by se pouze odsunuly. (3)

4.2 Manipulace s plechy

4.2.1 Manipulace s tabulemi plechu

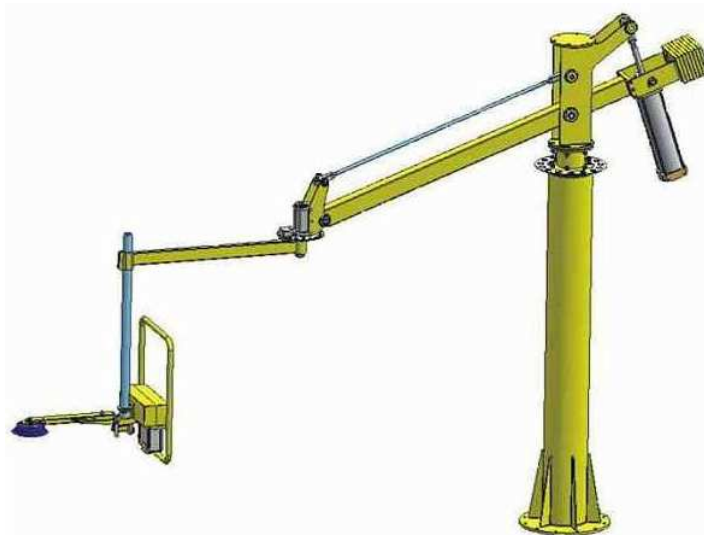
Manipulace s plechy patří v oblasti toku materiálu mezi nejnebezpečnější. Nynější používání „C“ háků je vhodné nahradit použitím magnetových systémů pracujících s elektromagnety nebo elektropermanentními magnety. Ty pracují na bázi krátkých impulsů proudů, které zmagnetují blok pevně držící tabuli plechu. Permanentními magnety se ovládají ručním ovládačem. Jejich výhodou je, že se dají zavěsit na každý hák jeřábu.

Další možností, jak bezpečně upínat a manipulovat s plechy je za pomoci přísavek. Uchopení plechu obstará vakuum, které je potřebné vyvolat mezi plechem a přísavkou. Nevýhodou je krátká životnost. Díky drsnosti povrchu, mastnotě plechů a nečistotám se životnost přísavek zmenšuje.

Obě navrhované varianty manipulace s tabulemi plechu zkrátí dobu upínání. Výhodnější je použití permanentních magnetů. Jejich konstrukce je jednoduchá a není potřeba další zařízení k vyvolání potřebné upínací síly (elektrické zdroje, zařízení k vyvolání podtlaku). Další výhodou je bezpečné upnutí drsných, špinavých a mastných tabulí. Také jejich cena je nižší než u ostatních mechanismů. (2)

4.2.2 Manipulace s výpalky

Pro manipulaci s výpalky použít manipulátor MP 100/2500 s chapadlem od firmy Triom. Jeho výhodou je rychlá a snadná manipulace s vypáleným materiálem. Nosnost 100 kg je pro toto využití dostačující a délka ramene 2,5 metru také.



Obr. 4.1 manipulátor Balancer MP 100/2500 s chapadlem (5)

Navrhovaná varianta zrychlí práci při manipulaci s vypálenými kusy i s odpadem z prostoru pálícího stroje. Dále bude tato práce méně namáhavá pro obsluhu pálícího stroje. Cena tohoto balanceru je 225 000 Kč včetně DPH a zahrnuje i dopravu a montáž. Bude těžké prosadit u vedení společnosti tento návrh v případě, když je již u pálícího stroje používám sloupový jeřáb. (5)

4.3 Skladování nařezaných tyčí $\varnothing 95$ mm

Používání ohradových palet daných rozměrů dle tabulky 3.9 pro skladování všech rozměrů tyčí $\varnothing 95$ materiálu 12 040 je nevýhodné z hlediska objemového využití. K uskladnění tyčí délky 734 mm použít ohradovou paletu o rozměrech daných tabulkou 4.1. případně 4.2 V těchto paletách je možno naskládat dané tyče po šířce palety. K posouzení vhodnějšího použití palety jsou provedeny následující propočty. Obě palety jsou od firmy TRANSPA CZ.

Tab. 4.1 Technické parametry ohradové palety VP 7106: (7)

Rozměr	Vnější	Vnitřní
Délka l_N [mm]	1 240	1 200
Šířka b_N [mm]	840	800
Výška h_N [mm]	600	428
Nosnost Q_n [kg]	1 500	

Tab. 4.2 Technické parametry ohradové palety VP 7339A: (7)

Rozměr	Vnější	Vnitřní
Délka l_N [mm]	1 070	1 030
Šířka b_N [mm]	840	800
Výška h_N [mm]	655	500
Nosnost Q_n [kg]	1 500	

Propočet pro paletu VP 7106

➤ Výpočet podle objemů:

$$\text{kusy na výšku } n_{sP1} = \frac{h_N}{d} = \frac{428}{95} = 4,5 \Rightarrow 4 \text{ ks}$$

$$\text{kusy na šířku } n_{vP1} = \frac{b_N}{d} = \frac{1200}{95} = 12,63 \Rightarrow 12 \text{ ks}$$

$$\text{celkový počet kusů v paletě } n_{cP1} = n_{sP1} \cdot n_{vP1} = 4 \cdot 12 = 48 \text{ ks}$$

$$\text{hmotnost kusů v paletě } m_{cP1} = n_{cP1} \cdot m_{734} = 48 \cdot 40,58 = 1947,8 \text{ kg}$$

Jelikož nosnost jedné palety je 1 500 kg, výpočet tímto způsobem nelze použít.

Propočet pro paletu VP 7339A

➤ Výpočet podle objemů:

$$\text{kusy na výšku } n_{sP1} = \frac{h_N}{d} = \frac{500}{95} = 5,26 \Rightarrow 5 \text{ ks}$$

$$\text{kusy na šířku } n_{vP1} = \frac{b_N}{d} = \frac{1030}{95} = 10,84 \Rightarrow 10 \text{ ks}$$

$$\text{celkový počet kusů v paletě } n_{cP1} = n_{sP1} \cdot n_{vP1} = 5 \cdot 10 = 50 \text{ ks}$$

$$\text{hmotnost kusů v paletě } m_{cP1} = n_{cP1} \cdot m_{734} = 50 \cdot 40,58 = 2029 \text{ kg}$$

Jelikož nosnost jedné palety je 1 500 kg, výpočet tímto způsobem nelze použít.

➤ Výpočet podle hmotnosti tyčí a nosnosti palety:

Maximální počet kusů uložených v navrhovaných paletách je omezen jejich nosností, počet tyčí délek 734 mm je proto stejný jak je uvedeno v tabulce 3.10 (36 ks). K porovnání objemového využití palet a tím určení vhodnější palety je použit vztah 4.1, ten určí poměr objemu vložených tyčí a celkový objem palety. Pro objem tyče je uvažován čtvercový profil. Je to díky tomu, že tyče ze stroje padají do palety samy a nejsou rovnány.

$$\eta_p = \frac{n_{1Pl} \cdot V_{tyče}}{V_{palety}} = \frac{n_{1Pl} \cdot d^2 \cdot l}{l_N \cdot b_N \cdot h_N} \quad (4.1)$$

Tab. 4.3 Objemové využití palet

Délka l [mm]	Obj. využití stávající varianty [%]	Obj. využití VP 7106 [%]	Obj. využití VP 7339A [%]
734	36,21	58,04	57,88

Na základě provedených propočtů jsou obě navrhované varianty téměř rovny svým objemovým využitím. O výběru typu ohradové palety tedy rozhodne navržená cena od dodavatele. Použitím palety menších rozměrů se zvýší objemové využití palety. Palety menších rozměrů také sníží velikost stohu v prostoru pro odběr materiálu. Použití vybrané palety pro ostatní délky tyčí $\varnothing 95$ mm není možné. Delší tyče musí být do palet ukládány na délku.

4.4 Modernizace, vhodnější umístění techniky ve skladu

Jedná se zejména o umístění pálicího stroje, kde nynější umístění je nevhodné vzhledem velikosti přepravovaného množství. Rozmístění regálů ve skladě. Přemístění usnadní manipulaci s tyčovým materiálem. Nutná je také modernizace mostového jeřábu, na kterém značně závisí chod celého skladu. Tyto body budou probrány v následující kapitole.

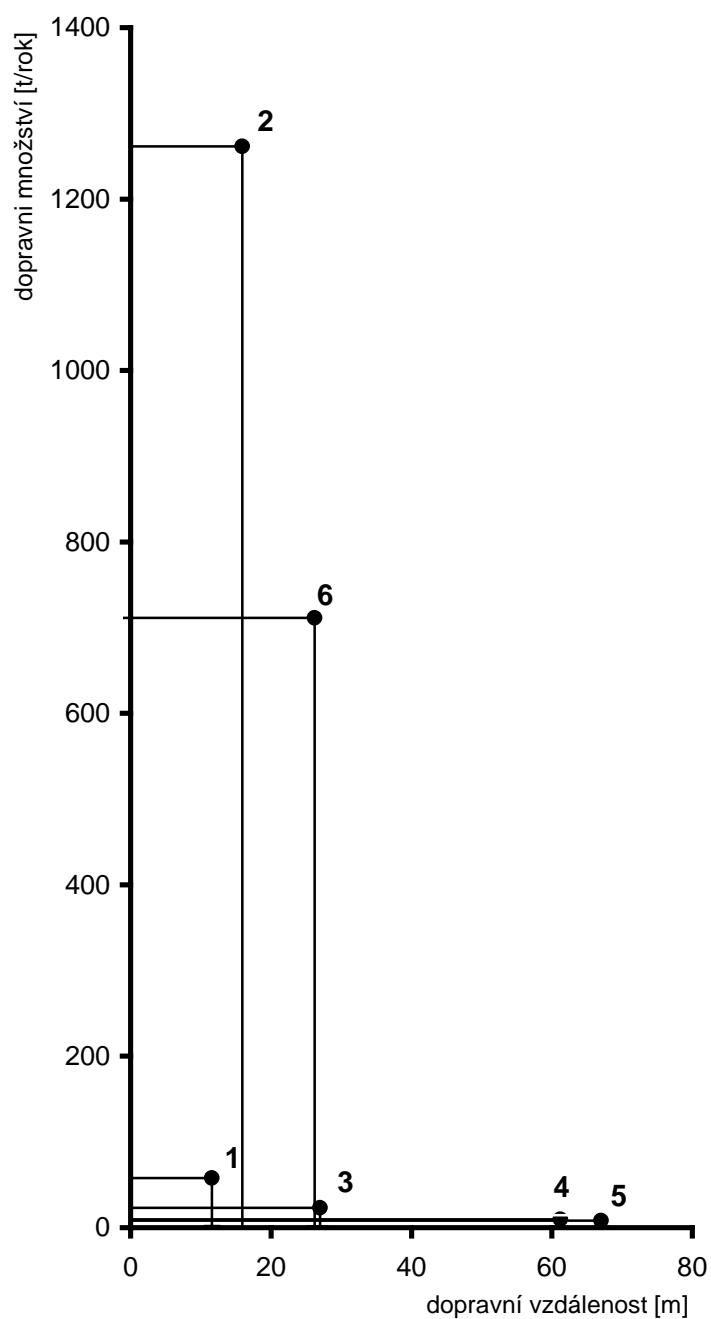
5 PROPRACOVÁNÍ DOPORUČENÉ VARIANTY

5.1 Uspořádání stojů a zařízení v budově skladu

Sankeyův diagram i diagram vzdálenosti a intenzity toku materiálu v dělírně a skladu materiálu provedený v bodě 2.3 ukazuje nevhodně umístěný pálící stroj. Na základě těchto výsledků je vhodnější umístit jej blíže vstupním vratům – viz příloha č. 2. Pro sestrojení diagramu vzdálenosti a intenzit toku materiálu slouží tabulka 5.1.

Tab. 5.1 Množství přepravovaného materiálu za rok a vzdálenost ke strojům (3)

Č. bodu v grafu	Stroj	Vzdálenost [m]	Přepravované množství [t/rok]
1.	PP 361 A	11,6	57,862
2.	KASTO	15,9	2 161,498
3.	PP 300 A	27	23,144
4.	NTC 2000/4	61,2	9,614
5.	NTA 3150/10A	67	8,130
6.	MASSER	26,2	711,322



Graf 5.1 Diagram vzdáleností a intenzity toku materiálu (3)

Navrhovaná varianta sníží ukazatel dopravovaného množství a vzdálenosti $Q_{t.Km}$. Použití této varianty má výrazný vliv na Sankeyův diagram (příloha č. 2) a intenzitu toku materiálu v dílně – graf 5.1.

5.2 Generální oprava mostového jeřábu

Nynější technický stav již nevyhovuje potřebám skladu, ani stávajícím platným normám. Rychlost pojezdu není vysoká a možnost poruchy a tím spojené odstavení jeřábu je vysoké. Většina manipulace ve skladu je závislá na jeřábu a jeho porucha vážně ohrozí chod skladu. V případě neplánovaného výpadku může dojít k přerušení dodávky materiálu dílnám. Plánovanou opravu lze provést v době celozávodní dovolené, případně nachystat dostatečné zásoby na dobu opravy. Vzhledem k umístění nástupní plošiny do kabiny jeřábu a tím i místa startu, je vhodné umístit tuto plošinu blíže k pálicímu stroji a kotoučové pile – viz příloha č. 2. Opravou se zvýší rychlost pojezdu na cca $100 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$. Kapacitní propočty pro navrhovanou variantu jsou provedeny podle vzorců použitých v kapitole č. 3.3. Výsledky jsou shrnuty v tabulce 5.2.

Tab. 5.2 Kapacitní propočet pro jeřáb po generální opravě

Pol. Čísl.	Dráha L [m]	Potřebný počet η [-]	$Q_{t.Km.J}$ [t.km.rok ⁻¹]
1	32	0,0854	36,686
2	75	0,0415	40,541
3	75	0,0057	4,452
4	38	0,0297	1,957
5	38	0,0143	0,716
6	38	0,0080	0,715
Σ		0,1833	85,067

Celkový čas jízdy jeřábem (5):

$$t_j = \frac{\sum (2 \cdot L) \cdot \sum M \cdot K}{v_j} = \frac{2 \cdot (32 + 75 + 75 + 38 + 38 + 38) \cdot (432 + 385 + 53 + 152 + 73 + 41) \cdot 1}{100}$$

$$t_j = 6725,12 \text{ min} \cdot \text{rok}^{-1}$$

Použitím této navrhované varianty se sníží ukazatel dopravovaného množství a vzdálenosti více než o 50 tunokilometrů ročně. Díky vyšší rychlosti pojezdu se zrychlí manipulace a klesne celkový čas jízdy jeřábem více než o polovinu. Provedení navrhované generální opravy jeřábu zahrnující také výměnu pohonů pojezdů, celkovou opravu a rekonstrukci dle platných norem a předpisů je odhadováno na 1 100 000 Kč.

5.3 Použití nového jeřábu

Další variantou jak řešit nevyhovující technický stav mostového jeřábu je instalace nového jeřábu. Jednou z výhod nového jeřábu je jeho řízení dálkovým ovládáním pomocí joystiku. K takto ovládanému jeřábu a upínání materiálu již postačí jedna osoba. Rychlost pojezdu je také 100 m.min^{-1} . Jelikož je obtížné stanovit startovací polohu jízdy jeřábu, budou kapacitní propočty pro tuto navrhovanou variantu podobné jak v bodě 5.2.

Dle cenové nabídky firmy ITACO – ABUS je cena nového jeřábu o stejné nosnosti a pracovních podmínkách 800 000 Kč včetně DPH. Tato cena nezahrnuje položku nové pojezdové dráhy, lze využít stávající. (8)

5.4 Vhodnější umístění pálicího stroje, modernizovaný jeřáb

Varianty řešené v bodech 5.1, 5.2 nebo 5.3 lze realizovat současně. V době generální opravy (instalace nového) jeřábu kdy je omezen provoz ve skladu přesunout pálicí stroj na vhodnější místo. Jelikož plocha skladu po tomto přemístění umožní oddělení regálů od sebe uličkou je možné použít k manipulaci se svazky tyčí „C“ závěs. Tímto způsobem se zkrátí potřebná doba pro vázání a odvazování tyčí z 11 minut na 5. Kapacitní propočty pro tuto variantu jsou opět provedeny dle vzorců z kapitol 3.3 a 3.4. Výsledné hodnoty pro jeřáb i vysokozdvizný vozík jsou shrnuty v tabulkách 5.3 a 5.4.

Tab. 5.3 Kapacitní propočet pro jeřáb

Pol. Čísl.	Dráha L [m]	Potřebný počet η [-]	$Q_{t.Km.J}$ [t.km.rok ⁻¹]
1	32	0,0404	36,686
2	32	0,0360	17,297
3	32	0,0049	1,899
4	37	0,0145	0,269
5	37	0,0070	0,716
6	37	0,0039	0,715
Σ		0,1067	57,582

Celkový čas práce jeřábu za rok: (5)

$$t_c = t_m + t_j = 34080 + 4703 = 38783 \text{ min.rok}^{-1}$$

Celkový manipulační čas: (5)

$$t_m = \sum t_z \cdot \sum M \cdot K = (5 \cdot 6) \cdot (432 + 385 + 53 + 152 + 73 + 41) \cdot 1 = 34080 \text{ min.rok}^{-1}$$

Celkový čas jízdy jeřábem: (5)

$$t_j = \frac{\sum (2 \cdot L) \cdot \sum M \cdot K}{v_j} = \frac{2 \cdot (3 \cdot 32 + 3 \cdot 37) \cdot (432 + 385 + 53 + 152 + 73 + 41) \cdot 1}{100}$$

$$t_j = 4703 \text{ min.rok}^{-1}$$

Využití jeřábu: (5)

$$\eta_j = \frac{t_c}{t_{eR}} \cdot 100 = \frac{38783}{251 \cdot 8 \cdot 60} \cdot 100 = 32,19 \%$$

Tab. 5.4 Kapacitní propočet pro vysokozdvizný vozík za rok

Pol. Čísl.	Přepřavované množství Q [t]	Dráha L [m]	Q _{t.km} [t.km]
1	1 143,843	62	35,459
2	350,822	44	7,718
3	38,081	44	0,838
4	52,765	62	1,636
5	19,267	62	0,598
6	18,910	62	0,586
Σ			46,835

Použitím této navrhované varianty se sníží ukazatel dopravovaného množství a vzdálenosti proti nynější situaci více než o polovinu a to o 81,212 tunokilometrů za rok. Doba celkové práce jeřábu se sníží také téměř o polovinu – o 36 481 minut za rok. Veškeré tyto úpravy vedou ke zkrácení doby manipulace s materiálem a použitím „C“ závěsů je usnadněna práce dělníku skladu.

5.5 Volba a hodnocení varianty řešení

Z navrhovaných variant je nejvhodnější realizace třetí varianty. Kdy je provedena instalace nového mostového jeřábu, přesunut pálcího stroje a přeskládání regálů.

Oprava či nový jeřáb je nezbytný a náklady spojené s jejím provedením jsou nevyhnutelné. Cena nového jeřábu při použití stávající pojezdové dráhy je nižší než provedení generální opravy a uvedení jeřábu do souladu s platnými

normami a předpisy. Je otázkou času, kdy dojde k poruše, jež povede k zastavení manipulace s materiálem v budově skladu. Možné ztráty způsobené tímto výpadkem mohou být značné. Při plánované odstávce lze tyto ztráty minimalizovat, případně úplně odstranit.

V době omezené činnosti ve skladě je vhodné přemístit pálicí stroje blíže k vstupním vratům. Tento zásah do rozmístění strojů po budově spolu s rychlejším pojezdem jeřábu a použití navrhované manipulační techniky vede ke značnému zkrácení doby manipulace s materiálem a úsporám energie.

6 HODNOCENÍ – ZÁVĚR

Racionalizace skladového hospodářství a manipulace nejen s hutním materiálem, ale i s polotovary a hotovými výrobky je součástí každého moderního strojírenského podniku, který chce uspět v silné konkurenci ostatních firem. Tento proces vede k nemalým finančním úsporám, ale také k zefektivnění výroby a zvýšení bezpečnosti práce.

Bakalářská práce byla zaměřena na racionalizaci skladového hospodářství a manipulaci v První brněnské strojírně ve Velké Bíteši. Zajímala se výhradně skladem hutního materiálu a dělírnu. Z provedeného rozboru a kapacitních propočtů vyplynulo:

- rozmístění strojů v budově skladu a dělírny je s výjimkou pálicího stroje dobré, vhodnějším umístěním tohoto stoje, přeskládáním stromečkových regálů a použitím „C“ závěsů k manipulaci s tyčovým materiálem spolu s generální opravou či pořízením nového mostového jeřábu je možné zkrátit dobu používání jeřábu o 608 hodin za rok, dále klesne ukazatel dopravovaného množství materiálu na vzdálenost o 81,212 tunokilometrů za rok,
- technický stav mostového jeřábu již nevyhovuje požadavkům, které jsou na něj kladeny, při jeho poruše je ohrožen chod skladu, poněvadž na manipulaci s jeřábem je závislá většina manipulačních operací ve skladu, generální opravou případně novým jeřábem se zkrátí manipulační čas, manipulace bude bezpečnější, možné ztráty z přerušení výroby mohou být značné,
- cena generální opravy mostového jeřábu je 1 100 000 Kč, jež zahrnuje výměnu pohonů pojezdů, celkovou opravu a rekonstrukci dle platných norem a předpisů,
- z ekonomického hlediska je výhodnější realizace varianty pořízení nového jeřábu, jeho cena při použití stávající pojezdové dráhy činí 800 000 Kč
- manipulaci s plechy v budově skladu nahradit upínání pomocí „C“ háků magnetickými upínacími mechanizmy, toto zkrátí dobu upínání o 50 %,
- při manipulaci s tyčemi použít místo vázání tyčí pomocí lan „C“ závěsy, díky kterým je značně ulehčena práce dělníkům skladu a zkrácena doba vázání z 11 minut na 5 minut,

- používané stroje k dělení materiálu jsou plně dostačující nynějším potřebám, zejména pálící stroj a kotoučová pila jsou nové moderní stroje,
- ostatní manipulační technika je zcela vyhovující jak pro velikost objemu skladovaného materiálu, tak i technickým stavem.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. PRVNÍ BRNĚNSKÁ STROJÍRNA VELKÁ BÍTEŠ, a.s., *O firmě* [online]. [cit. 2008-03-07]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.pbsvb.cz/o_firme.php>.
2. HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systémů – Technologické projekty* 1. 3. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005.197s. ISBN 80-214-2871-6.
3. HLAVENKA, B. *Manipulace s materiálem – Systémy a prostředky manipulace s materiálem*. 4. vyd. Brno: nakladatelství PC-DIR Real, 2000.164s. ISBN 80-214-1698-X.
4. HLAVENKA, B. *Manipulace s materiálem – Cvičení*. 3. vyd. Brno: nakladatelství PC-DIR Real, 2000.35s. ISBN 80-214-1724-2.
5. DRAŽÁK, F., JEŘÁBEK, K. *Manipulace s materiálem*. 1. vyd. Praha: nakladatelství technické literatury SNTL, 1979. 454s. ISBN 02-220-79.
6. TRIOM, s.r.o., *Technologie-manipulátory* [online]. [cit. 2008-03-21]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.triom.cz/index.php?page=tecdetail&lang=cze&id=1>>.
7. TRANSPA CZ, s.r.o., *Ohradové palety* [online]. [cit. 2008-04-07]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.transpa.cz/ohradove.html>>.
8. *Nabídka mostového jeřábu*. Brno: Iteco s.r.o., 2008. 10 s.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
c	dny	Délka dodávkového cyklu
b_N	mm	Šířka palety
d	mm	Průměr tyče
E_h	hod	Časový fond vozíku
h	mm	Výška stohu
h_N	mm	Výška palety
i	-	Počet manipulací na všechny součásti
K	-	Počet manipulací s jednou jednotkou
k	-	Ztráty kapacity vozíku vlivem oprav
L	m	Přepravní vzdálenost
l	mm	Délka nařezané tyče
l_H	mm	Délka palety
M	-	Počet manipulačních jednotek za rok
m_{cPI}	kg	Hmotnost kusů v paletě
m_l	kg	Hmotnost jedné nařezané tyče
m_{MJ}	kg	Hmotnost manipulační jednotky
m_r	-	Roční počet směn
n	-	Počet skladovaných tyčí, tabulí plechu
n_l	-	Počet tyčí dané délky
n_j	-	Počet jeřábů
n_{cP}	-	Potřebný počet palet ve skladě
n_{cPI}	-	Celkový počet tyčí v paletě
n_{CPP}	-	Celkový počet palet ve skladě
n_{PI}	-	Počet palet pro danou délku tyčí
n_{vPI}	-	Počet tyčí uložených v paletě na výšku
$n_{šPI}$	-	Počet tyčí uložených v paletě na šířku
n_v	-	Počet vysokozdvížných vozíků
n_{1PI}	-	Počet tyčí uložených v jedné paletě
p	dny	Pojistná zásoba
p_j	-	Jednotky dopravované najednou
Q	kg	Hmotnost jedné celé tyče
Q_{celk}	t	Spotřeba materiálu za rok
Q_l	kg	Hmotnost všech nařezaných tyčí
Q_n	kg	Nosnost palety
Q_{skl}	t	Skladové množství
$Q_{t.Km}$	t.km	Množství přepravovaného materiálu
q	t	Denní spotřeba materiálu
q_v	kg	Hmotnost součástí při jedné jízdě
s_s	-	Směnnost
t_C	min.rok ⁻¹	Celkový čas práce jeřábu
t_c	min	Efektivní doba směny
t_{eR}	min	Celková čas směny za rok
t_j	min.rok ⁻¹	Celkový čas jízdy jeřábu
tl	mm	Tloušťka tabulí plechu
t_m	min.rok ⁻¹	Celkový čas manipulace

t_n	min	Čas potřebný k naložení součástí
t_v	min	Čas potřebný k vyložení součástí
t_z	min	Doba pro vázání a odvázání
V	m^3	Objem tyče, tabule plechu
v	$m \cdot min^{-1}$	Průměrná rychlost vozíku
v_j	$m \cdot min^{-1}$	Rychlost pojezdu jeřábu
ξ	%	Objem výroby
η_j	%	Využití jeřábu
η_P	%	Využití palety
π	-	Ludolfovo číslo
ρ	$kg \cdot m^{-3}$	Hustota oceli

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 Stávající situace budovy skladu a dělírny materiálu -
Sankeyův diagram, rozmístění strojů a skladovacích zařízení
- Příloha 2 Navrhované úpravy a uspořádání budovy skladu a dělírny
materiálu - Sankeyův diagram, rozmístění strojů a skladovacích
zařízení